

سلسلة من كل علم خبر

الاكتشافات الكبيرة

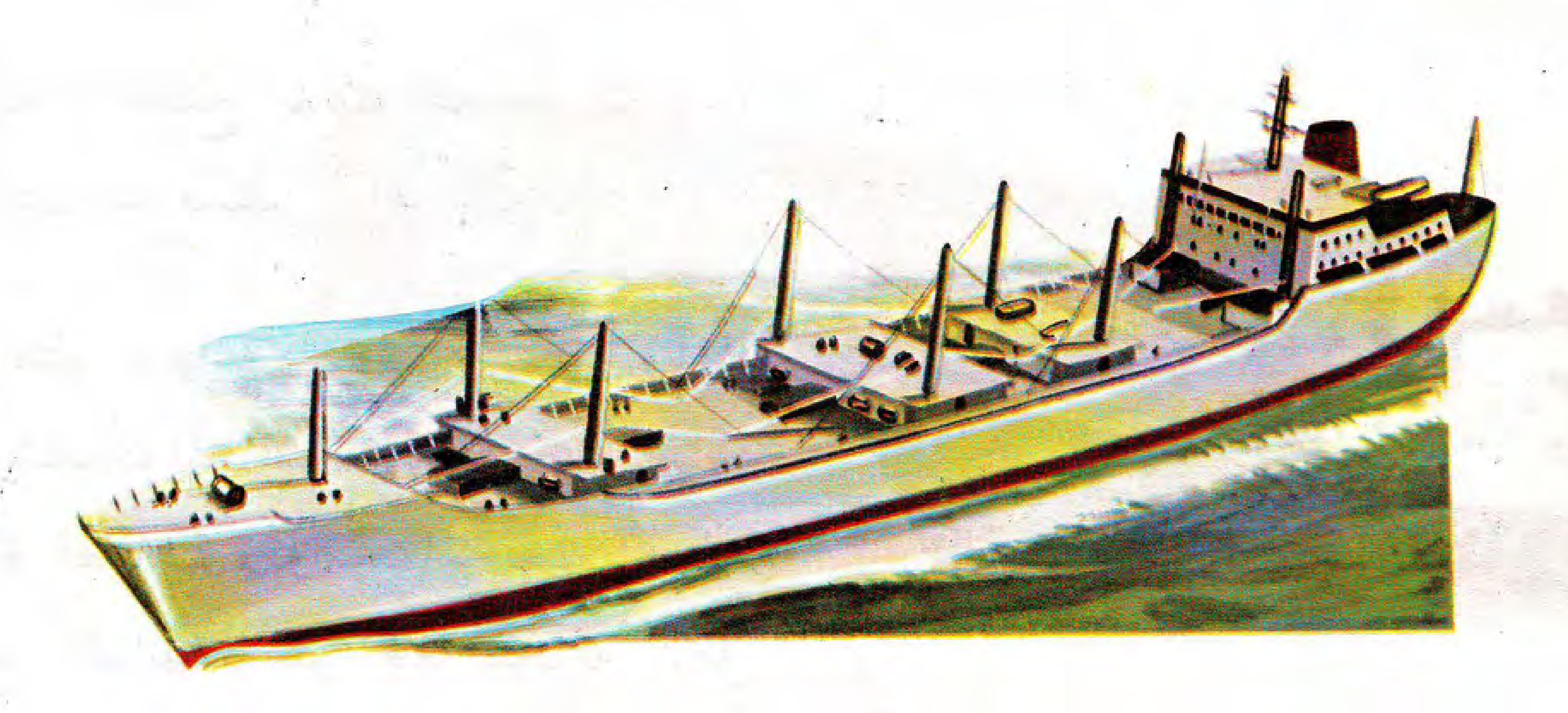
العَالَم يُبدِّل مَعَالِم وَجهِهِ ⓫

(٢١)

- سِلسِلَة البَرد
- أديسُن والمِصبَاح الكهرَبائي
- مِن الفونوغراف الحاكي اِلى الالكتروفون

Les Grandes Inventions
F. Lot
Librairie Hachette

منشورات مكتبة سمير
شارع غورو - بيروت
تلفون ٢٢٦٠٨٥-٢٣٨١٨١



سفينة شحن مبرَّدة ضخمة ، من بناء « أحواض الأطلسي » .

تلك هي نماذج من أهمّ وسائل النقل المبرّد الحديثة ، التي تعمل في العالم ، على طرقات الجوّ والبرّ والبحرّ ، في سلسلة عالميّة متماسكة الحلقات ، نفيد منها كلُّنا ، وقد اختتمها ، منذ ما يقارب القرن ، مخترعٌ عنيد هو « شارل تيلييه » .

سلسلة البرد

عُرِفَت فضائِلُ التبريد والتجمُّدِ[1] الطبيعيَّينِ مُنْذُ أقدمِ العصور ؛ ولُجِئَ الى التبريد والتجميدِ أَحياناً ، للمُحافظةِ على بعض المُنتَجات السريعة التَلَف[2] . ولكنَّ المُهندسَ الفرنسيَّ « شارل تيلييه » (١٨٢٨ – ١٩١٣) ، هو أوَّلُ مَن فكَّر باستِعمال البُرودةِ الجافّة، البالغةِ درجةَ الصِفر المئَويَّة ، استعمالاً منطقيًّا علميًّا ، بُغيَةَ المُحافظة على الموادِّ

الغِذائيَّة ؛ فافتتحَ بذلك صناعةَ التبريد ، التي كُتِبَ لها مُستقبلٌ زاهرٌ كبير.

إهتمَّ « تيلييه » أوّلَ الأمر ، ونزولاً عندَ إرشاداتِ المحافِظ « هوسمَن » ، بدِراسة البُرودة الصناعيّة ، واستِعمالها لصُنع الجَليد الصالِح للمائدة. ثمّ قامَ بتجربة النَقل الأولى ، على مَتنِ السفينة[3] الانكليزيّة « سيتي أُف ريّو دي جنيرو » ، حيث شحن قِطَعاً من اللَحم ، في غُرفَة كانت تبرِّدُها آلة تعتَمِدُ روحَ النُشادر ، وكان قد وضع تصميمَها بنفسه. حافظ اللحمُ المشحونُ على جَوْدَتِه ، سَحابَةَ ٢٣ يوماً من السفر في البحر ؛ إلّا أنَّ حادثاً ميكانيكيًّا قطعَ



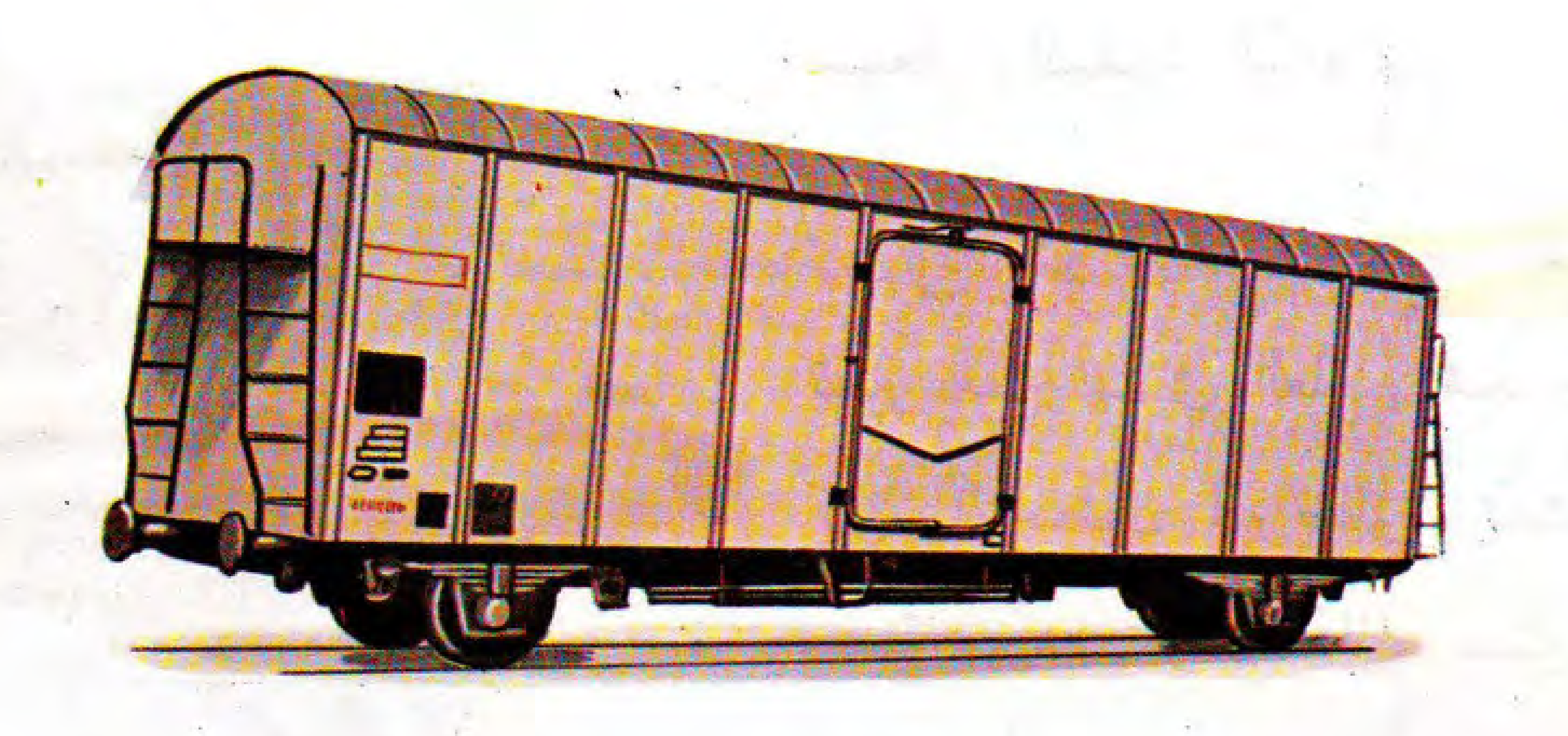
سفينة صيد مبرَّدة.

حبلَ الاختِبار ، ففَسُدَ اللحمُ وأُلقي في البحر. جرَّ ذلك على « تيلييه » كارثة ماليّةً فادحة[4] ، إذ لاحقَهُ الدائِنون ، فمَثَل أمامَ القَضاء ، وحُكِمَ عليه بالسَّجن ، وحُبِسَ ثمانيةَ أشهر ، في « سانت - بيلاجي »

ولكنَّ صاحبَ الاختراع لم يَعتبر نفسَه فاشلاً مهزوماً ؛ فقد اشترى في « غلاسكو » ، عامَ ١٨٧٦ ، وبفضل المساعدات التي تمكّن من جمعِها ، سفينةَ شحن ذاتَ مِروحة ، وسمّاها « البرّاد » (LE FRIGORIFIQUE). فغلَّف جسمَ السفينة بغِلاف عازل[5] ، وركَّب فيها جهازَيْن مبرِّدَيْن ، وقرَّر أنْ ينقُلَ فيها اللحومَ الطازَجة الى أميركا الجنوبيّة ، وأنْ يعودَ بغَيْرها إلى فرنسا.



مقطورة مبرَّدة ضخمة ، تقطُرُها شاحنة من شاحنات طرقات البرّ.



عربة مبرَّدة من عرَبات القطارات الحديديّة .

غادَرتِ السفينةُ « البرّاد » ، مدينةَ « رُوان » ، في ٢٠ أيلول ، وعلى متنِها عشرَةُ ثيران مقطَّعة ، واثنا عشر خروفاً مسلوخاً ، وعجلان ، وخنزير ، وخمسون طيراً . كانت هذه الحمولة مخزونةً في غرفٍ مبرَّدَة ، درجـة البرودة فيهـا تُراوح بينَ الصِفر وثلاث درجات تحت الصفر. كانت هذه السَّفرةُ ستطول أكثرَ من السفرة السابقة ؛ فزادَ في طولها توقُّفٌ دامَ عدّة أسابيع في « لِشبونة » ، وقد دَعَت اليه ضرورة تصليح عُطلٍ طرَأ على المَوقِد . فلم تَبلغِ السفينةُ « بُونُس أَيْرس » الّا بَعدَ ثلاثةِ أَشهر ، ولكنَّ اللحومَ التي أنزلَتها في المرفأ ، كانت لا تزالُ على أَحسَنِ حالٍ .

بقيَ على « تيلييه » أنْ يُواجهَ الاختبارَ المعاكس . فملأَ مخزنَ سفينتِه لحماً ، وعادَ فقطع المحيطَ الأطلسي ؛ فتوقّف في « دكار » ثم عاد الى المرفأ الذي كان قد أبحرَ منه . أمّا الحُمولة ، فبقيَتْ نظيفةً سليمة ؛ لم يفسُد منها إلَّا قِطعتان ، وذلك بسبب إهمال المسؤول . وهكذا نجَحت التجربةُ نجاحاً كاملاً !

بعدَ سنة ، أُعيدت التجربةُ على سفينة أُخرى ، فكُلِّلت بنجاح أَسطعَ وأَحسمَ[٦] ، سيَّما وأنَّ الرحلة قد استَغْرقَت ما لا يقلُّ عن ثمانيةِ أَشهر .

كان « تيلييه » قد إصطدمَ أَوَّلَ الأمر باللامبالاة أو بالشكّ ؛ أَمَّا الآن ، فقد

طائرة الشحن « هِرَقل » ، التي تَنقل الصناديق المبرَّدة .

باتَ عليه أن يواجِهَ قلقَ مُرَبّي الماشيَة ومعارضَتَهم : فقد كانوا يتساءَلون عن مصير ماشيَتهم ، بعدما صار بـإمكان الاميركتين والبلادِ الأخرى كلِّها ، أنْ تُموِّنَ فرنسا باللحم . ولِذا ، حاوَلوا أن يشوِّهوا[٧] سمعة « السفينة البرّاد » .

إلّا أنَّ ذلك لم يَمنعِ الفكرةَ مِن أن تسير مسيرتها في العالم . فمنذُ سنة ١٩١٠ ، كان الاسطول البريطاني يملُكُ ثلاثَ مئةِ سفينةٍ مبرِّدة . وقبلَ ذلك بسنتين ، وبمناسبة انعقاد مُؤْتمر البرودة الأوّل ، في باريس ، وفي جامعة السُربون بالذات ، كان شارل تيلييه البالغ من العمر ثمانين سنة ، قد كُرِّمَ ونُودِيَ به « أبا التبريد » ...

أمّا اليومَ ، فقد انضمَّ الى السُفن المبرَّدة التي لا يُحصيها عدد ، عَرباتُ السِكك الحديديّة ، والشاحناتُ وحتّى الطائراتُ المبرَّدة ؛ وكلٌّ منها حَلْقة من حلَقات « سلسلة البرودة » الضخمة ، التي نُفيد منها كلَّ يوم .

التفسير

١ – التجمُّد : تحوُّل الجسم السائل (الماء) أو الطريء (اللَحْم) الى جامِد ، بفِعل البرودة .

٢ – السريع التَلَف : السريعُ الفساد .

٣ – متن السفينة : ظهر السفينة .

٤ – كارثة فادحة : خسارة عظيمة .

٥ – غلاف عازِل : غلاف يمنع انتقال الحرارة .

٦ – نجاح حاسم : نهائيّ ؛ أحسم : أكمل .

٧ – شوَّهَ الشيءَ : بَشَّعه .

الأسئلة

١ – مَن هو أوّلُ مَن فكَّر بصناعة التبريد ؟

٢ – ماذا صنع « تيلييه » بالبرودة أوّلاً ؟

٣ – بايِّ مادّة كان يستعين لتوليد البرودة ؟

٤ – لماذا فسد اللحم المنقول في سفينة « سيتي أُف ريُو دي جنيرو » ؟

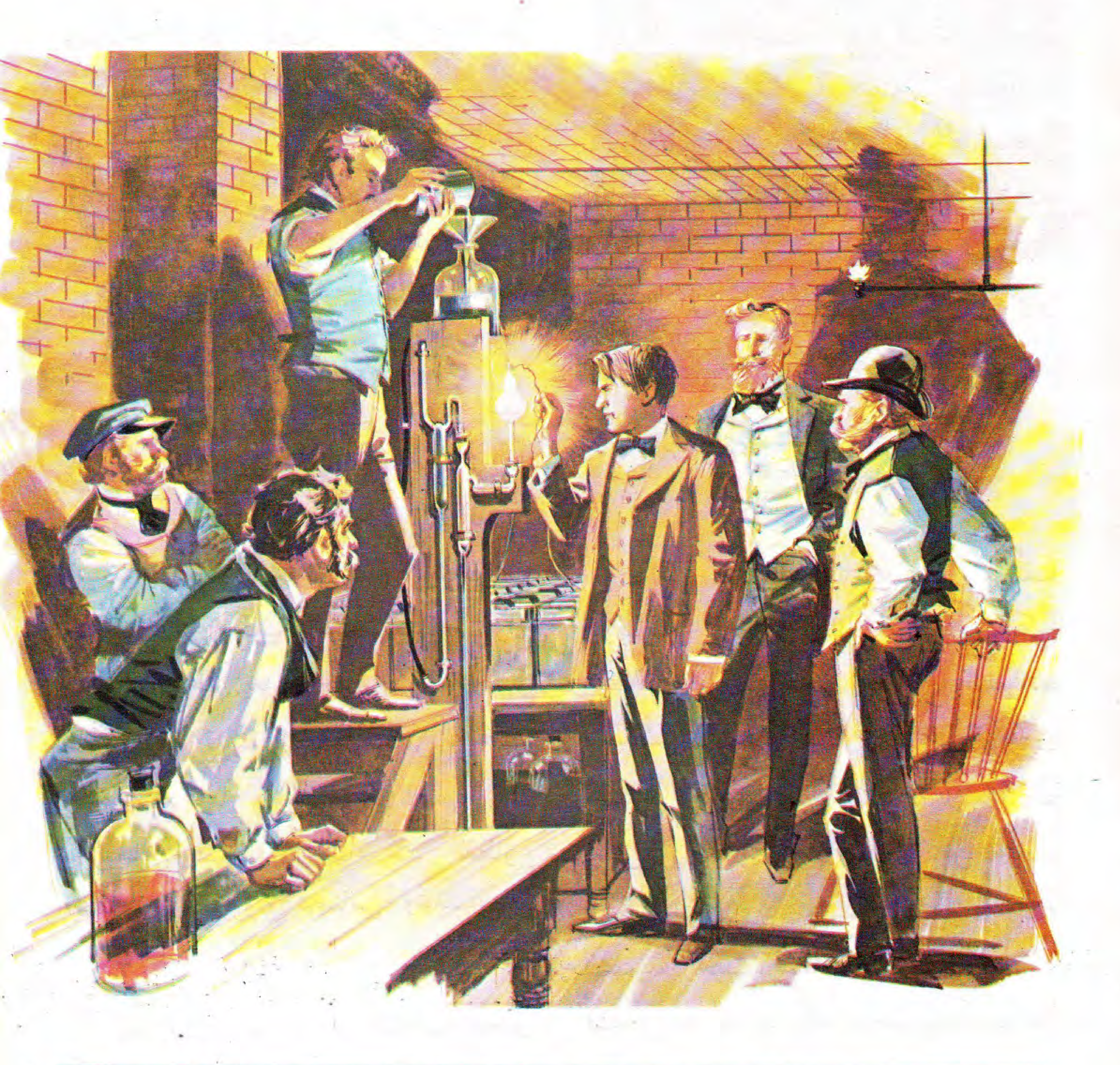
٥ – ماذا جرَّ عليه فشلُه هذا ؟

٦ – هل نجحت محاولتُه الثانية ؟ صِفها .

٧ – لماذا حاربه مُرَبُّو الماشية في فرنسا ؟

٨ – أيَّةَ وسائل يعتمد النقلُ المبرَّد ، اليوم ؟

أديسون والمصباح الكهربائي



بعدَ عدَد لا يُحصى من التجارب التي قام بها على موادَّ مختلفة غايةَ الاختلاف ، تَمكَّن أديسون ، في ٢١ تشرين الأوّل ، من إنارة المِصباح المتوهِّج الأوّل ، ذي الخيط القطنيّ .

يُعتبر « توماس أديسون » (١٨٤٧ – ١٩٣١) نَموذَج المخترع العبقريّ الأمثل[١] ، ونَموذج الرجل العصاميّ الأميركيّ . هو ابنُ رجُل هولَنديّ الأصل ، كان يتاجر بالسِلَع المستعمَلة . أمّا ثَقافتُه الأُولى ، فكانت تقِف عند بَعض مبادِئ الأَدب والحساب التي أَخذَها عن أُمّه ، التي كانت قد تعاطَت[٣] مِهنةَ التَعليم .

في الثانيةَ عشرة من عمره ، عمِل بائعاً للصحف في القطارات ؛ ولقد أفاد من القسم الذي وُضِع تحتَ تصرُّفه في العرَبة ، لتَعاطي تجارة الثمار والخُضار ، ممّا وَفَّر له إمكانِيَّة شَراء الكتب . فراحَ يَلتهمها[٤] واحداً بعد واحد . ثمّ إنّه حصَل على مطبعة قديمة زهيدة[٥] الثمن ، فأَنشأ صحيفةً دعاها « وِيكِلي هيرالد » ، كان يحرِّرُها[٦] ويطبعُها في أثناء سَفَر القطار ، فيتلقَّفُها[٧] المسافِرون بحماس وشغف .

وما لبثت عربتُه أن صارت مختبراً للكيمياء . إلّا أنَّ اختباراً فاشلاً مشؤوماً سَبَّب احتراقَها ؛ فغضب رئيس القطار ، وطرد الولد ، وصفعَه صفعةً بلغت من العُنف حدًّا أفقدَه السَّمْع طوال حياته ...

عاد « أديسون » الى البيت الأَبَويّ حَيثُ تابَع إصدارَ صحيفته . فاستحالت نشرةً لاذِعة النبرة كان يُصدرُها تحتَ اسم « بول براي » . إلّا أنَّ بعضَ الفضائح التي نُشِرَتْ فيها ، أثارت عليه حفيظة[٨] أحدِ الغاضبين ، فرماه في النهر . كان ذلك كافياً لحمله على تطليق الصحافة ... وكان هذا الطلاق من حظِّ التقنيّة !

زاوَل « أديسون » عمَلَ موظَّف البرقِيَّات ؛ فأثارت مسائِلُ الإتِّصال السلكيّ اهتمامَه الى أقصى حدّ ، فاخترع التلغراف « دُبْلِكْس » . وما لبثَ أن اغتنى ، فعُيِّن مُهندساً في عدد من الشركات الهامَّة . ثمّ أسَّس في مدينة « أُورانج » ، من أعمال « نيو جرسي » ، مصنعَ « مِنلو بارك » الشهير ، حيث ستَتَلاحق اختراعاتُـه ، فيُسجِّل ما يُقارب أَلْفاً وخمسَ مئَةِ براءَة[٩] مختلفة تتَّصِل ، بخاصَّة ، بأجهزة التلغراف والحاكي (الفونوغراف) ، والمصباح



ساحة الأوبرا في باريس ، وقد أنارتها الكهرباء سنة ١٨٨٠ .
بفضل هذا النور الجديد ، سيتغيَّر في العالم وجه المدن الليليّ ،
كما ستتغيَّر شروط الحياة .

المتوهِّج ... هل تعلم مثلاً ، أنَّنا نَدين له بفضل اختراع الورق المُشمَّع الذي تُلَفُّ به المأكولات والمعلوكات ؟ بالإضافة الى ذلك سيكتشف العالِمُ الفيزيائيّ « النتيجة أديسون » ، وقوامُها أنَّ المعادِن المتوهِّجة تُطلِق الالكترونات ؛ وسيكون هذا الاكتشاف أَساساً « لمصباح ديود » ...

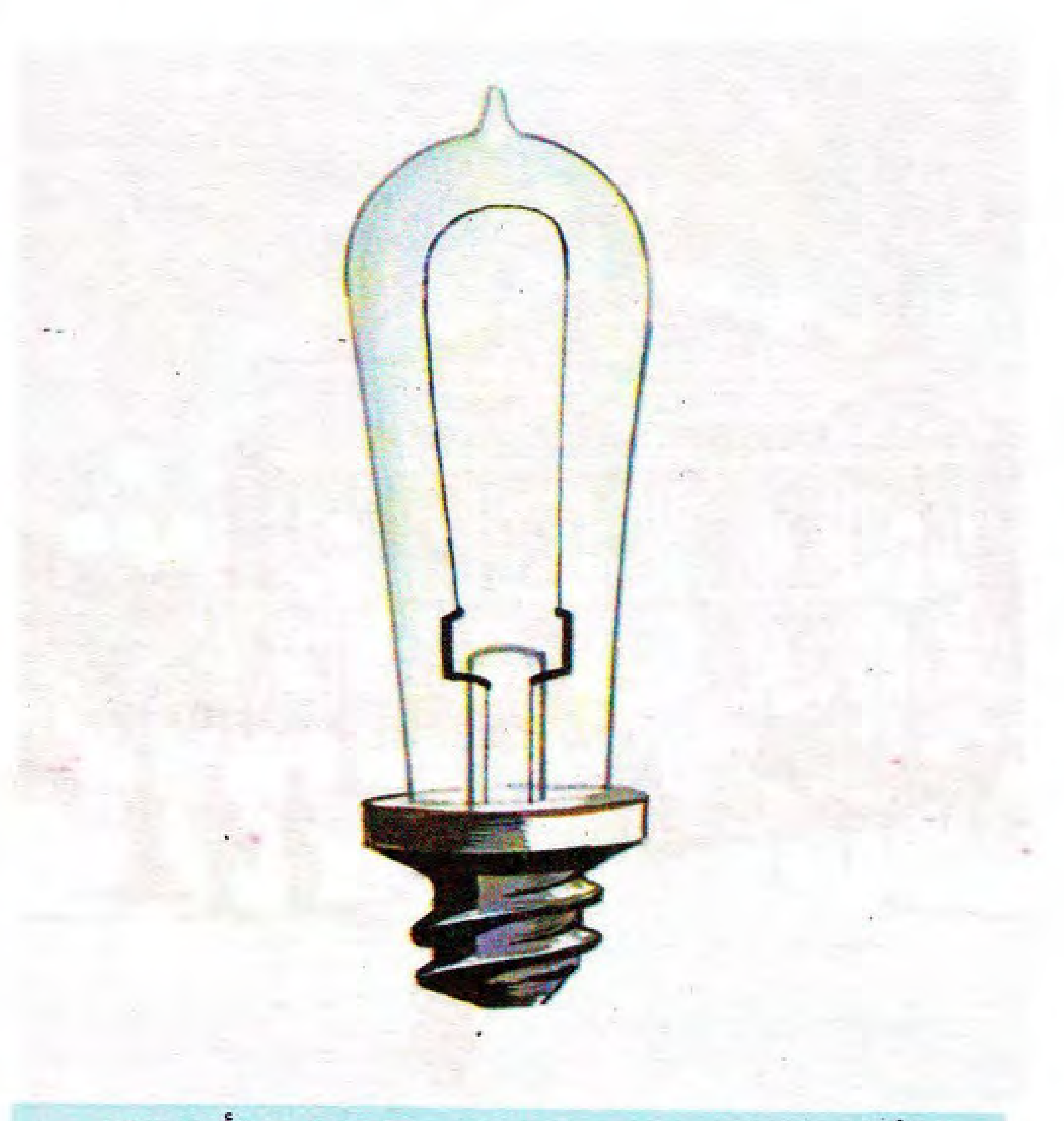
أمّا المصباح الكهربائيّ ، فقد كان « أديسون » يحلم به ، منذُ ما رأى عندَ أَحَد مُعدِّني « كونِكتِكوت » ، قوساً فَلطيَّة رائعة متوهِّجة ، فأسِف لفحمتَيْها اللتين كانتا تذوبان بسُرعة . إعتقدَ أنّه يَستطيعُ مَنعَ التيّار من استِنْفاد[١] قوَّتِه ، في مِثل قوسِ النارِ هذه ، بتَجزِئَتِهِ وإرساله الى مجموعة من المصابيح المُفْرَغَة من الهواء ، حيث يَستطيع أنْ يُحَمِّيَ جسماً ملائماً ، فيجعله مُنيراً بالتوهُّج . بَقِيَ عليه ، انطلاقاً من هنا ، أنْ يَجِدَ ذاك الجسم .

إستَبعدَ أديسون البلاتينَ ، نظراً لغلائه ، وعمَد الى كَرْبَنَةِ كلِّ ما كان يقع تحت يده وتجربتِه ، وذهب به الأمرُ حتّى الى تجربة شَعَراتٍ من لحِية أحَدِ مساعِديه ... أخيراً ظهر له أنَّ أليافِ الخيزران كانت تَمُدُّ في حياة المِصباح مَدًّا ملحوظاً ، فيشُعُّ سحابةَ ٤٠ ساعة متواصِلة .

في ٤ أيلول ١٨٨٢ ، رُكِّبَ أوَّلُ خط فرعي لتوزيع الكهرباء في « نيويورك » ، فكانَ من حظِّ أَحياءِ « وُول ستريت » و« إيست رايفر » ، التي أَنارَتْها مصابيحُ ساحر « مِنلو بارك » ، ذاتُ الاسلاك

الفحميّة .

وسُرعان ما انتشر المصباح الكهربائيّ المتوهِّج في العالم بأسره ! وسرعان ما تطورَّ وتَحسَّن ، باستعمال خيوط « التُنغِستين » ، وباللجوء الى جو من الغازات الخَامِلة : كالآزوت ، ومزيج الأرغون والآزوت ، أو الكَرِبْتُون .



أحد مصابيح ساحر « مينلو بارك » الأولى .

التفسير

١ – النَموذج الأمثل : المِثال الأفضل .
٢ – الرجُل العِصامي : الذي يبني نفسَه بنفسه .
٣ – تعاطى مِهنةً : زاوَلَ عملاً .
٤ – إلتهم : أكل بجشع ، قرأ بسُرعة .
٥ – زهيدة الثمن : قليلة الثمن .
٦ – يُحرِّرُ الصحيفة : يكتبُها .
٧ – تَلَقَّف الشيءَ : تناوله بخفّة .
٨ – أثار حفيظته : أثارَ غضبه .
٩ – براءَة : شهادة بتسجيل اختراع .
١٠ – إستنفدَ الشيءَ : إستهلكه .

الأسئلة

١ – لماذا يُعتَبر أديسون رجُلاً عصامِيًّا .
٢ – ماذا عرفتَ عن والدَيْ أديسون ؟
٣ – ماذا عمِل أديسون في صباه الأوّل ؟
٤ – كيف تنوَّعت أعمالُه ؟
٥ – كيف فقَدَ سمعَه ؟
٦ – كيف طلَّق الصحافة ؟
٧ – أيَّ رقم بلغ عدد اختراعاته ؟
٨ – كيف خطرَت له فكرةُ المصباح المتوهِّج .
٩ – كيف حقَّق المصباح ؟ ومتى ؟
١٠ – كيف طُوِّر المصباح الكهربائيّ ، وتنوَّع ؟

مِن الفونوغراف الحاكي إلى الالِكتروفون





١. « شارل كروس » الشاعر ، والمستشرق ، وعالم الفيزياء والكيمياء .
٢. إديسن وفونوغرافه العامل على البطارية والمزوّد بسمّاعتين .
٣. أحد الأجهزة الأولى التي بناها اديسن .
٤. فونوغراف ذو اسطوانات انبوبيّة الشكل .

تلقُّفُ الكلام الحيّ والموسيقى ، وحفظُهما واحياؤهما عند الطلب : حلمٌ راودَ[1] الانسانَ منذ القِدَم... لقد حلم المخترِع الخياليّ « سيرانودي برجراك » ، في القرن السابع عشرْ ، بصفحات تمرّ عليها إبرةٌ ساحرة فتُعيد ما ارتسم عليها من أصوات . لم تكن تلك إلَّا فكرةً أُطلِقت في الهواء ، إلّا أنها سارت مسيرتها ، فتمكّن الفيزيائيّ الانكليزي « توماس يانغ » ، عام ١٨٠٧ من تسجيل الاهتزازات الصوتيّة على وجه اسطوانة دائرة طُلِيَت بالسُخام[٢] ، وذلك بواسطة إبرة مُثَبَّتَة على جسم يهتز تحت تأثير الصوت ، فيحملها على خَدْش الاسطوانة الدائرة . سنة ١٨٥٧ ، جعل عاملُ الطباعة « سكوت دي مَرتَنفيل » الإبرةَ مرتبطة

« فونوغراف باتيه » ذو الاسطوانة المسطّحة والصيوان الضخم المكبّر للصوت (١٩١٠) . الى جانب الجهاز ، العلبة الصغيرة التي تحوي الإبر الفولاذية التي كان ينبغي تغييرها بعد كل سماع . صحيح ان خُنَّة كانت تشوبُ الصوت المنبعث من الجهاز ، ولكن ألم يكن الجهاز عجيباً ؟ !

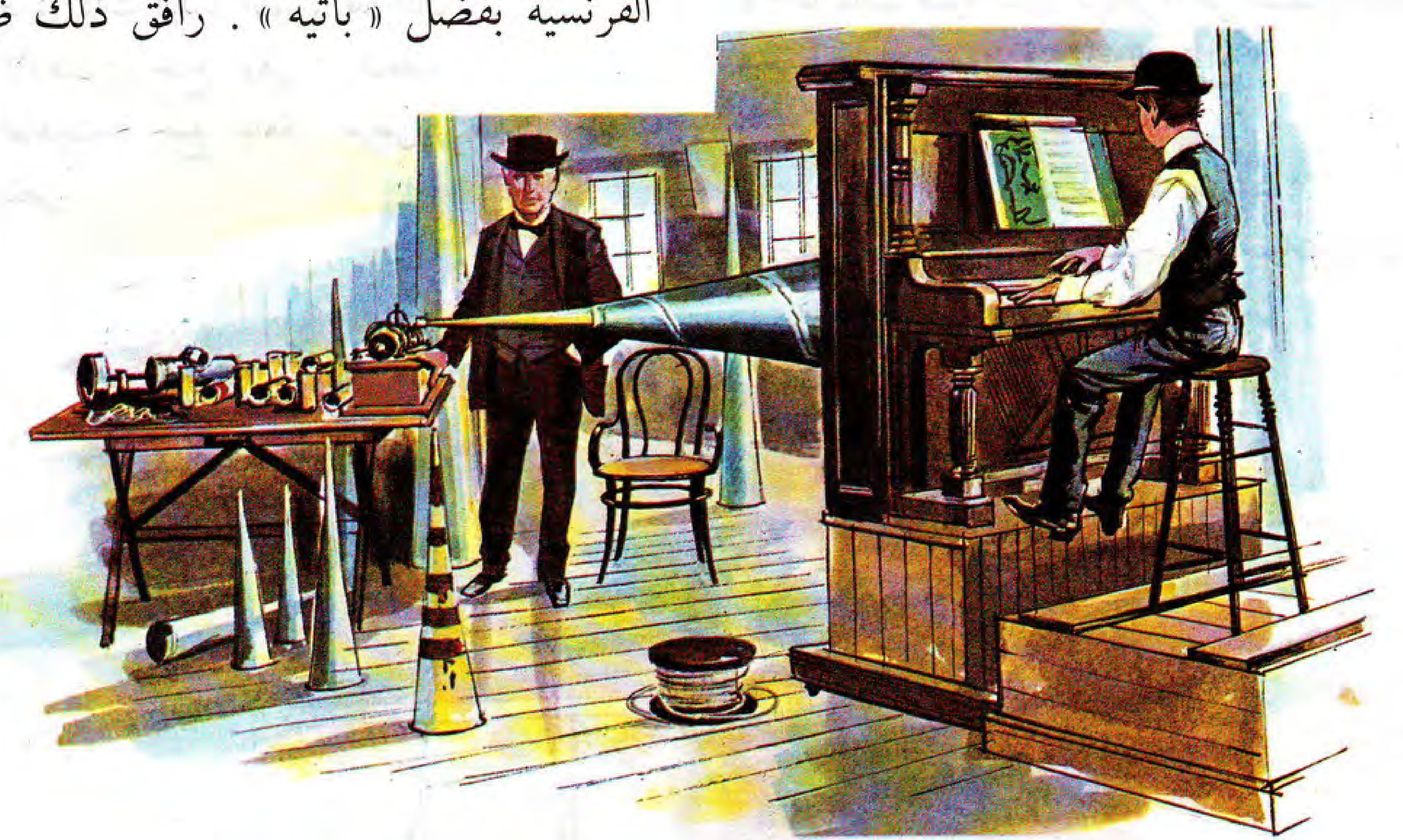
بغشاء رقيق وتمكّن ، منذ ذاك الحين ، بواسطة جهازه الذي أَطلق عليه اسم فونوتوغراف (الصوت الذاتيّ التسجيل) ، من تسجيل الكلام والغناء والموسيقى ، دون ان يتمكّن من إعادة إخراجها .

اعتقد الشاعر « شارل كروس » (١٨٤٢ – ١٨٨٨) ان هذا الجهاز صالح للقيام بعمل معاكس ، وأَوحت اليه عبقريّته ، عام ١٨٧٧ ، بمبدأ إعادة الأصوات إلى الاسماع : لو جعلنا الإبرة تمرُّ من جديد في الاثلام[3] التي حفرتها ، لأعاد الغشاءُ المرتبطُ بها ، بأمانة ، الصوتَ والموسيقى المسجلَين . وأطلق « كروس » على جهازه اسماً شعريًّا فدعاه « باليوفون » (« صوت الماضي ») ، ولكنَّ احدَ اصدقائه ، الأب « لينوار » اقترح عليه اسم « فونوغراف » ، وهو الاسم الذي سيبقى في النهاية . وصف « كروس » الباليوفون وصفاً دقيقاً في رسالة مختومة أودعَها اكاديميّةَ العلوم ، وتمَّ الاطلاعُ عليها في نهاية السنة عينها ؛ ولكنَّ احداً لم يُعِرِ الاختراع اهتماماً ، وكان شارل كُروس نفسُه عاجزاً عن بناء الجهاز الذي وضع تصميمه ، وذلك لضيق ذات يده[4] .

أمّا الاميركي « إديسن » ، فقد كان أوفرَ حظّاً ، فبنى الفونوغراف الأوّل سنة ١٨٧٨ . إلّا أن عمليّة التسجيل كانت تفرض على

المتكلّم أن يتكلّم بقوّة جعلت اعضاء اكاديميّة العلوم الاجلّاء ، الذين عُرض عليهم الفونوغراف في ١١ آذار ١٨٧٩ ، يعتقدون أنَّهم موضوعُ خُدعة ، بعدما بُحَّت حناجرُهم بالصراخ امامَ بوق التسجيل ، وبقي بوق إنتاج الصوت صامتاً . ولكنّ الجهاز عمل في النهاية ، فما كان من احدهم الّا ان هتف قائلاً : « إنها لعبة التكلّم من البطن ! »

« يمكن اعتبار « أديسن » مرادفاً لفنّ استغلال الأوهان[٥] والعاهات[٦] . والواقع ان « أديسون » ، لمّا أصيب بالصمَم في سن مبكّرة ، عمل دون انقطاع على تطوير معارفه السمعيّة ، رغبة في تطوير اختراعه . فما حان موعد معرض ١٨٨٩ ، حتّى كان الفونوغراف الذي طوَّره وزوَّده بمحرّك كهربائيّ، ومنظِّم ذي كُلل يؤمِّن له حركة منتظمة ، موضوعَ احتفاء الجميع . وما لبث ان انطلق الفونوغراف في حقلَيْ الصناعة والتجارة فخصّ احد المتاجر الباريسيّة الكبرى الآلة الناطقة بجناح كامل ، وراح المغنّون والممثّلون يسجّلون الاسطوانات . وتُعتبر سنة ١٩٠٠ مُنطلقاً لصناعة الفونوغراف الفرنسيّة بفضل « باتيه » . رافق ذلك ظهورُ



غرفة التسجيل في مختبر اديسن ، في « أورانج » (نيوجرسي) سنة ١٩٠٥ .
كانت تُستعمل للتسجيل ابواق سمعيّة طويلة .

الاسطوانة المسطّحة التي تمكنّوا من انتاجها بسهولة وعلى نسخ كثيرة ، بواسطة الضغط أو الصب ، فحلَّت محلّ الاسطوانة الشبيهة بالمرحلة التي اعتُمدت اوّلاً .

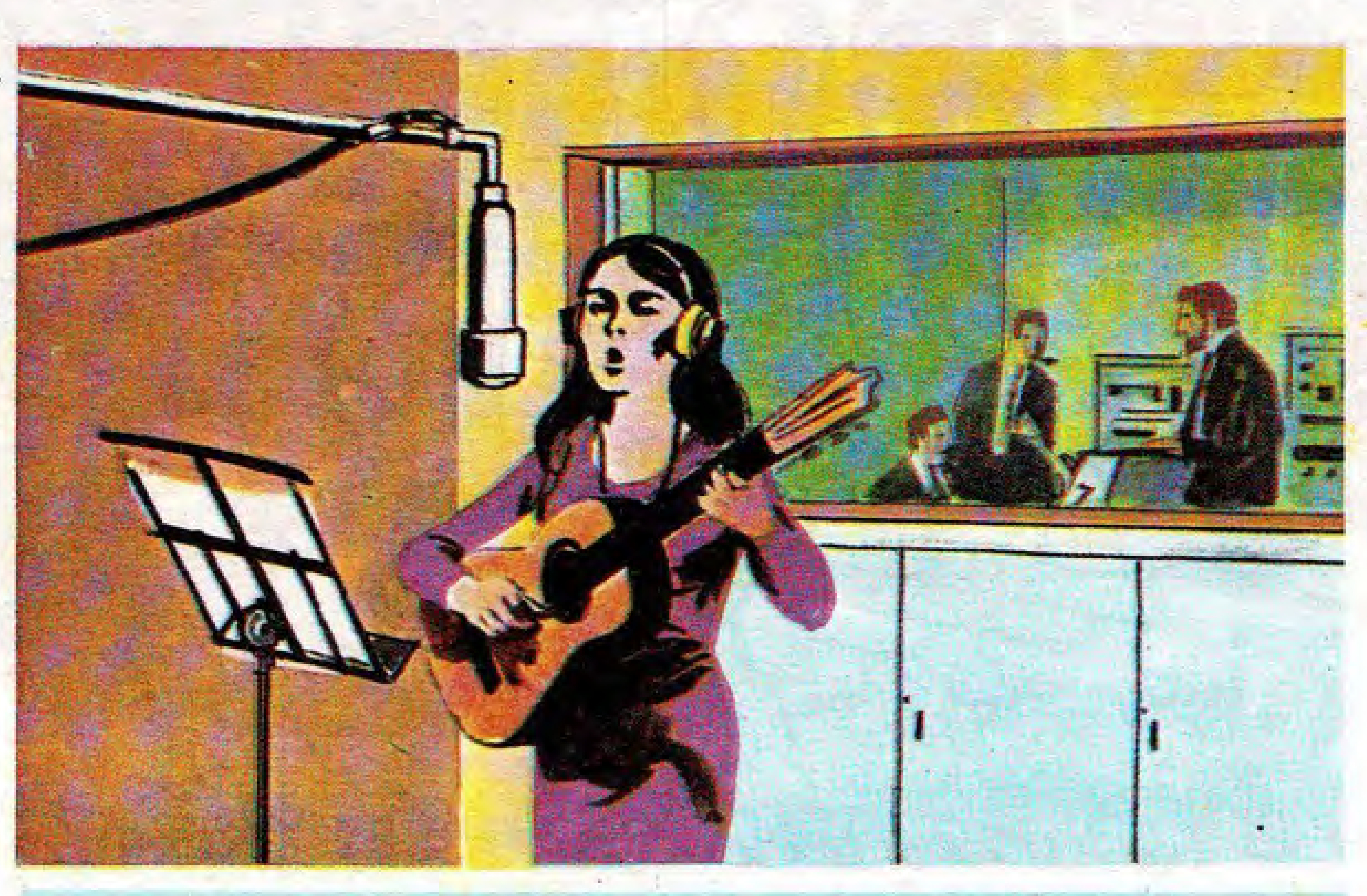
تحقّقت في ذلك الحين تطوّراتٌ وتحسينات كثيرة ، غير أنها بقيت بعيدةً عن الكمال . ولم يتحقّق هذا الكمال الّا في أيّامنا ، بظهور الألكترفون الذي يتمُّ فيه احياء الأصوات بطريقة إلكتروميكانيكيّة، تعتمد في الأساس جهازاً لإدارة الاسطوانة ، ومنمّياً للتيّار متصلاً بمكبِّر للصوت ، وجهازاً للقراءة مرهفَ الاحساس ، فكان البِك – أب . وأخيراً ظهرت الاسطوانة ذات الاثلام الدقيقة (MICROSILLON) التي توفّر سماعاً متّصلاً طويلَ الأمد .

التفسير

١ – راود : تردّد على باله .
٢ – السخام : الفحم ، سواد القدر .
٣ – الاثلام : الخطوط .
٤ – ضيق ذات اليد : العَوز ، قلّة المال .
٥ – الأوهان : جمع وهَن : ضعف .
٦ – العاهات : جمع عاهة : مرض ، فقدان حاسة ، نقص .

الأسئلة

١ – لمن تعود فكرة تسجيل الأصوات واحيائها ؟
٢ – ماذا حقق « توماس يانغ » في هذا المضمار؟
٣ – ما التحسين الذي أدخله « سكوت » ؟
٤ – ما كانت فكرة شارل كروس ؟ هل استطاع تنفيذها ؟
٥ – ما فضل اديسون في هذا الاختراع ؟
٦ – كيف تطوّرت الاسطوانة ؟
٧ – ما هو الالكتروفون ، وممّ يتركّب ؟
٨ – هل تعرف طرقاً أخرى لتسجيل الاصوات واحيائها ؟ ما هي ؟



غرفة ستوديو تسجيل حديث ، بميكروفونها التقليديّ .

وِلادَةُ حَضَارَة

١ - من الحجر المقطوع إلى مكنات الصناعة ذات الذاكرة • السيطرة على النار • ولادة الكتابة
٢ - الزجاج مادة شفافة • الدولاب جهاز نقل • طيارة الورق، أكثر من لعبة بسيطة
٣ - آلات قياس الوقت • الورق، مطية الفكر • الطرقات، سبل اتصال بين الشعوب
٤ - السيطرة على المعادن • المرآة : من دنيا التبرج الى دنيا العلم • رهط ذاتيات التحرك
٥ - من النظارتين الى المنظار الى المقراب • السهم الناري يصبح آلة تحررنا من الأرض • الصابون والمنظفات المنافسة

التَقنِيَّة تَقوم بأولى تحدِياتهَا الكَبيرة

٦ - المطحنة المائية والمطحنة الهوائية • البارود • الطباعة من عهد غوتمبرغ الى ... غد
٧ - الأسلحة النارية عدة هلاك • البوصلة • طوق الكتفين، في طقم الفرس، خلاص للمرهقين
٨ - « دولاب بسكال » جد الآلات الحاسبة الالكترونية • من المظلة الى الدبابة • آلات إحداث الفراغ
٩ - التحرك على وسادة من هواء • المجهر في سيطرته على المتناهي الصغر • ميزان الضغط .

مِنَ الحِرَف اليَدَويَّة الى الصِّنَاعَة

١٠ - الآلة البخارية • من المراكب البخارية الأولى الى السفن الحديثة • من "السلحفاة" الى "الصاعقة"
١١ - المروحة وانطلاق الملاحة ... • من عربة "كونيو" البخارية الى سياراتنا • غاز الإنارة ...
١٢ - الآلات الالكتروستاتية • شارل " فرنكلين " • من المنطاد الى البالونات الفضائية .
١٣ - تلغراف " شاب " • من النسيج البدائي الى نول الحياكة • الدراجة الأولى وذريتها .
١٤ - بطارية " فولتا " • عيدان الثقاب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية .
١٥ - " لينيك " و " الستيتسكوب " • علب المحفوظات التي تعد بالمليارات • التربينات في العمل
١٦ - التلغراف الكهربائي يخترعه رسام ... • آلة الخياطة • عدسة التصوير تنفتح على كل شيء .
١٧ - لوحة الألوان المركبة • المحرك المتفجر يجهز ملايين السيارات • التبنيج المخدر .

العَالَم يُبدِل معَالِم وَجهِهِ

١٨ - الديناميت للسراء والضراء • حفر آبار النفط • من الآلة الكاتبة الى الطابعة الالكترونية
١٩ - صناعة البرد • الدينامو مولد التيار والمحرك الكهربائي • من السيلولويد الى اللدائن .
٢٠ - الميكروفيلم يضع مكتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • الترام والقاطرة الكهربائية
٢١ - سلسلة البرد • أديسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الحاكي الى الالكتروفون
٢٢ - مجرة الهواء وأجهزة المطاط • عصر الحديد في البناء • انبوب أشعة إكس يقهر الكثافة .
٢٣ - من الفنكستسكوب الى السينماسكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطواط يخفق بالآمال الرحبة
٢٤ - محرك ديزل يخرج من قداحة • الاتصالات البعيدة المدى تنتقل على موجات الأثير • البيلينوغراف
٢٥ - زجاج لا يجرح • آلات توليد العواصف • الصور السحرية على الشاشة الصغيرة .

مِنَ الذَرَّة إلى الفَضَاء

٢٦ - كاشفات الجزيئات الدقيقة • المدفعية الذرية • المجهر الالكتروني عين قادرة على رؤية الفيروسات
٢٧ - الرادار الساحر • من الأنبيق القديم الى ابراج مصافي النفط العالية • المفاعل النووي
٢٨ التزنزيستور والتزنزستورات • الأجهزة الفضائية • الأفران التي تتوهج فيها طاقة الشمس

أرسى القرن الثامن عشر علم الكهرباء ، وأطلق أولى السفن البخارية ، والمناطيد والغوّاصات الأولى . وشاهد القرن التاسع عشر الثورة الصناعية بفضل البخار والكهرباء والآلة . فيما تكاثرت الاختراعات من كل نوع : من القاطرة والسكة الى عيدان الثقاب ، ومن التلغراف الى التصوير الشمسي ، ومن الدراجة الى التربينة ...





تأليف : ف. لوت
رسوم : ب. بروبست
ترجمة واعداد : سهيل سماحة